

progettazione architettonica
arch. Luigi Benatti

Progettazione impianti tecnologici:
Ing. Massimo Savini

T E C O + Partners

Progettazione opere di fognatura
e acque bianche

Ing. Andrea Artusi



Via Paganelli, 20 41122 Modena
Tel: 059 8752988 Fax: 059 4823606
E-mail: info@sinergia-srl.net

studio tecnico associato con sede in via Tiarini 22, 40129 Bologna, tel / fax: 051352493 / 051379161, e-mail: teco@studioteco.it

STRADA STATALE 12 COMUNE DI MEDOLLA (MO)

PROGETTO PIANO URBANISTICO ATTUATIVO D'INIZIATIVA PRIVATA RELATIVO ALL'AREA "TRE TORRI NORD"

COMMITTENTE:
BIOMEDICA SRL

E
Comune di Medolla Comune di Medolla
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE Protocollo N.0011045/2020 del 21/10/2020 Firmatario: LUIGI BENATTI

T E C O + Partners

revisioni:

N.	descrizione	data

Progetto di fattibilità

Relazione reti di fognatura

RF

Settembre
2020

Verifica/emissione:

Riesame:

Validazione:

COMUNE DI MEDOLLA
PROVINCIA DI MODENA

DENOMINAZIONE:

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA RELATIVO
ALL'AREA "TRE TORRI NORD"

OGGETTO:

PROGETTAZIONE PRELIMINARE
RETI DI FOGNATURA

TITOLO:

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

DATA:

Maggio 2020

SCALA:

-

ELABORATO:

E.01

COMMITTENZA:

Biomedica s.r.l.

PROGETTO GENERALE:

PROGETTO SPECIALISTICO:

Ing. Andrea Artusi
c/o SINERGIA s.r.l.
Via Paganelli, 20 41122 Modena
Tel 059/8752988 Fax 059/4823606
Email info@sinergia-srl.net



Approvato		Firma		
Controllato		Firma		
Redatto	ING.A.ARTUSI	Firma		
Collab. Proget.	ING.D.PAGANELLI	Data	08/05/2020	
Cod. Doc.		Scala	-	

INDICE

1.	PREMESSA	2
1.2.	LA STRUTTURE DELLE RETI A SERVIZIO DELL'INSEDIAMENTO IN PROGETTO	7
1.3.	DEFINIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE	9
1.3.1.	Elementi di idrologia	9
	Pioggie intense	9
	Caratteristiche del bacino	13
1.3.2.	Dimensionamento e verifica idraulica della rete di drenaggio delle acque meteoriche	15
	Progettazione preliminare	15
	Progettazione definitiva: verifica della rete tramite modello	16
1.3.3.	Modalità di posa in opera e particolari costruttivi	17
1.3.4.	Volume di invaso e laminazione delle portate di origine meteorica	22
1.4.	DEFINIZIONE DELLA RETE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE REFLUE	24
1.4.1.	Quadro generale degli elementi di progettazione delle reti di allontanamento delle acque reflue	24
1.4.2.	Modalità di posa in opera e particolari costruttivi	24

1. PREMESSA

La presente Relazione Tecnico-Illustrativa ha per oggetto la soluzione progettuale individuata dagli scriventi per il sistema di drenaggio delle acque meteoriche e di raccolta e smaltimento delle acque reflue a servizio dell'intervento edilizio identificato dal Piano Urbanistico Attuativo di Iniziativa Privata denominato "Tre Torri Nord" sito in Comune di Medolla (MO) lungo la SS.12 – Abetone-Brennero, tenendo conto delle problematiche legate all'idraulica del territorio e relativa sostenibilità.

Per idraulica del territorio si intende quella disciplina che si occupa del governo delle acque superficiali in relazione alle peculiarità antropiche e alle condizioni fisiche del territorio in cui si trovano a fluire.

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano del comparto in oggetto, hanno necessariamente implicato la diversificazione dei deflussi delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica, così che queste ultime possano essere temporaneamente invase in bacini di laminazione per l'accumulo dei volumi necessari al rispetto dei principi di gestione del rischio idraulico del territorio.

Il rispetto di tali principi si rende necessario in virtù delle condizioni di criticità idraulica cui può essere sottoposto il corpo ricettore delle acque miste o meteoriche esistente.

La soluzione progettuale individuata recepisce le indicazioni e prescrizioni emesse dagli Enti proprietario e gestore delle reti fognarie bianche e nere in oggetto (Comune di Medolla e Aimag S.p.a., rispettivamente), dall'Ente gestore del reticolo idrografico superficiale di recapito (Consorzio di Bonifica Burana Leo Scoltenna Panaro), nonché degli Enti preposti alla tutela sanitaria ed ambientale del territorio (AUSL e ARPA).

In particolare, in accordo con le Autorità sopra citate, sono stati individuati i seguenti recapiti per le reti di drenaggio di progetto:

- acque nere: fognatura acque nere esistente su Via Canalazzo, all'incrocio con la S. S. 12 Abetone Brennero in corrispondenza di un pozzetto esistente su collettore Gres DN 250 scorrimento a -1,54 dal piano stradale (+19.70 m s.l.m.);
- acque meteoriche: canale di bonifica Fossetta Campana, mediante riprofilatura di fosso in terra interpoderale esistente.

Sono state previste caratteristiche tipologiche e dimensionali di collettori fognari ed opere accessorie in conformità con quanto espresso dal Gestore delle reti. Per i dettagli si rimanda ad apposito paragrafo nel seguito della Relazione.

Lo scarico delle portate meteoriche generate dal comparto è stato previsto previa laminazione dei deflussi di piena.

L'obiettivo prefissato è infatti quello di contenere gli apporti udometrici delle aree afferenti al cavo stesso che verranno urbanizzate, nell'ottica di ottimizzare la gestione del rischio idraulico sul territorio.



Figura 1 – Stralcio aerofotogrammetrico generale dell'area oggetto di intervento.



Figura 2 : Stralcio aerofotogrammetrico di dettaglio dell'area oggetto di intervento.

Nel quadro della progettazione del comparto si è provveduto a definire e dimensionare le opere e a verificare il funzionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche e reflue applicando una metodologia di lavoro

largamente consolidata in materia.

La metodologia di lavoro applicata può essere sintetizzata in alcuni steps operativi:

- **definizione delle piogge critiche** mediate sul territorio oggetto dell'intervento, ottenute elaborando le serie storiche reperite negli annali idrografici delle precipitazioni intense (cioè di forte intensità e breve durata). Con questa procedura di tipo statistico si ricava una legge rappresentativa degli eventi meteorici in funzione di un "tempo di ritorno" in genere assegnato. Il tempo di ritorno esprime la probabilità statisticamente determinata che un certo evento si presenti mediamente almeno una volta nel periodo considerato;
- **perimetrazione e caratterizzazione idrologica dei bacini** in cui è possibile suddividere l'area in esame, che si traduce nello studio delle condizioni dei suoli e loro comportamento nei confronti delle acque che ivi defluiscono. In linguaggio tecnico si parla di calcolo delle perdite idrologiche, interpretando la reale capacità del bacino imbrifero di trattenere (in diversi modi) una quota parte delle precipitazioni che lo investono;
- **trasformazione afflussi-deflussi** utilizzando modelli matematico-idraulici tradizionali, in grado di simulare il comportamento reale del bacino oggetto di verifica; tali strumenti consentono per ogni pioggia considerata di riprodurre le portate che si producono su un bacino di date caratteristiche.
- **progettazione di massima della rete** utilizzando una metodologia "sintetica" basata sull'equazione di Chezy, supponendo, cioè, il funzionamento in moto uniforme della rete di drenaggio urbano;
- **verifica dell'ufficiosità idraulica dei collettori** che drenano le portate prodottesi e calcolate per ogni sottobacino oggetto di studio. A questo proposito si adotta il motore di calcolo utilizzato dal modello matematico-idraulico M.A.R.TE. DEFLUX ovvero lo Storm Water Management Model SWMM, sviluppato dall'EPA statunitense. Tale motore di calcolo rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

La Relazione di progetto esecutivo conterrà tutti gli elementi di calcolo per la verifica delle sezioni di interesse in corrispondenza di altrettanti sottobacini in cui è stato suddiviso il comparto in progetto.

Accanto alle caratteristiche delle sezioni saranno riportate anche le portate defluenti, il grado di riempimento, le velocità e tutte le altre informazioni caratteristiche della progettazione e della verifica idraulica di collettori.

La disponibilità di dette grandezze, scaturenti dalle verifiche, consentirà agli Enti gestori della rete di pubblica fognatura / reticolo idrografico superficiale di valutare e validare le soluzioni progettuali proposte e da adottare per rendere compatibile dal punto di vista idraulico il nuovo insediamento.

La tendenza attuale degli Enti competenti alla gestione idraulica territoriale più complessiva è quella di limitare il contributo in termini di portate di origine meteorica provenienti dai comparti di nuova urbanizzazione ad un valore prossimo a quello che il terreno agricolo produce sullo stesso bacino in assenza di impermeabilizzazioni.

Si vuole evidenziare in questa sede come l'Ente competente della gestione del ricettore finale delle acque meteoriche, cui saranno recapitate in definitiva le portate prodottesi nel realizzando comparto, abbia richiesto l'applicazione del "Principio di Invarianza Idraulica", accertate le condizioni di potenziale carico idraulico in cui versa il corso d'acqua in questione.

Detto principio determina, nella sostanza, l'invarianza dei coefficienti udometrici di un comparto nell'ambito delle necessarie operazioni di impermeabilizzazione conseguenti alla realizzazione delle urbanizzazioni: ci si riferisce sostanzialmente alla possibilità di realizzare volumi di invaso e laminazione di capacità adeguata per ridurre il colmo di piena da immettere nel recapito finale che nel caso specifico della presente progettazione dovrà essere contenuto entro i 8 l/s per ha di superficie territoriale.

Il comparto in oggetto presenta una superficie complessiva pari a circa 4.50 ha, così suddivisa:

- circa 4250 mq di area impermeabile saranno oggetto di cessione pubblica, costituita essenzialmente da viabilità e parcheggi
- Lotto 1 di superficie complessiva pari a 1,36 ha di cui 0.87 ha impermeabili costituiti da viabilità interna pavimentata e coperture;
- Lotto 2 di superficie complessiva pari a 2,19 ha di cui 1,68 ha impermeabili costituiti da viabilità interna pavimentata e coperture;

Le restanti aree pubbliche e private sono caratterizzate da superfici a verde.

In virtù dell'udometria richiesta dalle autorità competenti, le portate massime rilasciate saranno pari a 7 l/s per il lotto 1 e pari a 13.5 l/s per il lotto 2.

Tale valore, diviene il riferimento oltre il quale non sarà possibile scaricare dal nuovo insediamento e rappresenta un vincolo progettuale tale da imporre l'adozione di volumi di invaso variamente localizzati. Le portate meteoriche in esubero dovranno essere contenute all'interno di tali volumi.

Essi possono in generale essere ricavati in vari modi; ad esempio:

- incremento del sistema "maggiore", ovvero l'insieme di quegli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio superficiale (depressioni superficiali, capacità di laminazione ed invaso delle superfici impermeabilizzate quali tetti, piazzali regolati da caditoie nonché rugosità del suolo) che possono essere strutturati affinché l'acqua sia trattenuta il più a lungo possibile prima che raggiunga il sistema cosiddetto "minore";
- incremento del sistema "minore", ovvero il complesso della rete di collettori e canalizzazioni realizzate per il trasporto delle acque; si tratta di intervenire con idonei e calibrati sovradimensionamenti delle geometrie costituenti le tubazioni così da creare un volume di invaso;
- realizzazione di vasche di laminazione di volume adeguato.

Nel caso in esame si ritiene che sia opportuno, per entrambi i lotti privati, intervenire mediante l'adozione di un sistema di laminazione del volume utile rispettivamente di circa 390 mc (450 mc/ ha imp) per il lotto 1 e 750 mc (450 mc/ha imp) per il lotto 2, da realizzare in entrambi i casi a cielo aperto in area verde mediante realizzazione di apposita depressione nel terreno in area verde sul lato Est dei singoli lotti in proprietà del soggetto attuatore, in collegamento con il relativo recapito in acque superficiali, sufficiente a contenere eventi sino a 100 anni di tempo di ritorno.

Tali portate saranno direttamente afferenti ad un fosso in terra a cielo aperto realizzato sul sedime di un'attuale linea di impluvio esistente che con l'occasione verrà opportunamente risagomata fino ad ottenere una sezione trapezoidale di base 0.75 m ed altezza media pari a 1 m per uno sviluppo complessivo pari a circa 400 m, ovvero necessari al raggiungimento del recapito ultimo costituito dalla Fossetta Campana. Il fossetto di scolo così creato sarà funzionale non solo al convogliamento delle portate dai lotti privati in regime di invarianza idraulica al recapito ultimo ma consentirà anche la laminazione dei picchi di piena delle portate meteoriche generate dall'area impermeabile soggetta a cessione pubblica, contando su un volume disponibile di circa 700mc (400m di sviluppo lineare).

Il dimensionamento dei dispositivi di laminazione in coda alla rete di drenaggio verrà, quindi, effettuato con l'obiettivo di mantenere entro i limiti fissati gli apporti idrici al ricettore anche in seguito alle opere di impermeabilizzazione che necessariamente verranno attuate per la realizzazione dell'urbanizzazione in progetto.

In questa sede si vuole altresì sottolineare che, saranno adottate piogge di progetto con tempo di ritorno decennale -ietogramma sintetico "tipo Chicago" di durata pari a 4 ore (fonte Aimag spa)- per il dimensionamento dei collettori preposti al convogliamento delle acque meteoriche e tempo di ritorno centennale -ietogramma sintetico "tipo rettangolare" di durata pari a 3 ore (fonte Consorzio di Burana)- per la determinazione dei volumi necessari alla laminazione dell'onda di piena generata dai lotti in oggetto.

Le verifiche idrauliche, saranno condotte tramite simulazione numerica, sia nel caso della pioggia breve e intensa con tempo di ritorno pari a 10 anni che in quello dell'evento critico per il fosso con frequenza secolare, appurando che la rete nel suo complesso conservi una buona capacità di deflusso delle acque meteoriche, senza il verificarsi di fenomeni di sovraccarico delle condotte con funzionamento in pressione, né di esondazione con allagamento superficiale sia nei tratti apicali della rete in corrispondenza delle superfici drenate, che nei tratti terminali in corrispondenza del punto di immissione del canale al reticolo idrografico superficiale.

Relativamente alla verifica delle reti destinate alla raccolta e smaltimento delle acque reflue sarà impostata una metodologia che consentirà l'individuazione della portata di deflusso gravante sui singoli collettori; le verifiche delle condotte previste saranno espletate in funzione della stima delle portate che interesseranno i collettori in esercizio, così da verificarne la perfetta officiosità sia in funzione della capacità di allontanamento della rete, sia in relazione alle possibili sedimentazioni dovute alle basse portate defluenti.

1.2. La strutture delle reti a servizio dell'insediamento in progetto

Relativamente al drenaggio delle acque meteoriche, i circa 4,50 ha complessivi di estensione dell'area P.U.A. destinati ad ospitare i nuovi insediamenti in progetto sono stati suddivisi in sottobacini idrologici afferenti ai singoli tronchi di fognatura bianca, il cui tracciato si sviluppa lungo la viabilità interna al comparto e seguendo la dislocazione delle caditoie previste per il drenaggio delle acque.

L'area individuata dalla nuova viabilità di progetto soggetta a cessione risulta drenata da condotte PVC con diametri nominali compresi tra il 315 ed il 500 con direzione di scorrimento Sud – Nord, fino al raggiungimento della pista ciclabile di progetto, ove la rete stessa, piegando in direzione Est, raggiungerà il fossetti di scolo opportunamente risagomato e recapitante da ultimo nella Fossetta Campana ad una distanza di circa 400 m. Tale scolo a cielo aperto di sezione trapezoidale con larghezza al fondo di 0,75 m ed altezza pari a 1,00 circa, in virtù del volume creato, consentirà la naturale laminazione idraulica dei picchi di piena delle aree pubbliche (di cessione) impermeabili afferenti, contando su un volume utile disponibile pari a oltre 700mc.

Le acque meteoriche generate dalle aree impermeabili dei singoli lotti privati recapiteranno al detto fossetto scolo sul fronte Est del comparto in regime di invarianza idraulica secondo un coefficiente udometrico pari a 8,00 l/s ha imp.

La regolazione delle portate dei singoli lotti sarà consentita mediante la posa di collettori PVC DN 90 e 110 (rispettivamente lotto 1 e lotto 2) a luce fissa che consentirà il transito di portate massime rispettivamente pari a 7,0 e 13,5 l/s. I volumi necessari all'accumulo temporaneo delle acque di pioggia saranno creati mediante opportune depressioni nel terreno a cielo aperto in area verde presente sul fronte Est dei lotti stessi per un volume rispettivamente pari a 390 mc (forma rettangolare 6,00x70,00 al fondo) per il lotto 1 e 750 mc (forma rettangolare 10,00x75,00 al fondo) per il lotto 2, corrispondenti ad un rapporto di circa 450 mc/ha imp.

La rete di drenaggio acque meteoriche sia dell'area oggetto di cessione, sia dei lotti privati avrà un funzionamento idraulico interamente per gravità, con pendenze medie pari a 0.1% (uno per mille), senza nessun ricorso ad opere di sollevamento elettromeccanico.

Per quel che concerne le aree oggetto di cessione, essenzialmente viabilità e parcheggi di superficie pari a circa 4500mq, ai sensi dei criteri contenuti nella Deliberazione G.R. dell'Emilia Romagna N. 286 del 14/02/2005 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)" e nella Delibera G.R. dell'Emilia Romagna N. 1860 del 18/12/2006 "Linee Guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Deliberazione G.R. N. 286 del 14/02/2005", non è stato previsto alcun trattamento di sedimentazione e disoleatura delle acque di dilavamento di strade e piazzali.

Al contempo, le rete di drenaggio acque meteoriche dei lotti privati sono mantenute indipendenti per quel che riguarda piazzali e coperture, in modo che possano in futuro rendere possibile la realizzazione di manufatti di trattamento acque di prima pioggia ed eventualmente volumi di stoccaggio acque di copertura ai fini del riuso, senza che venga alterato il regime di invarianza idraulica previsto.

Relativamente allo smaltimento delle acque reflue, la rete progettata è prevista con funzionamento a gravità e pendenze di posa minime del 3 per mille. Sarà costituita da condotte in PVC, conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34 con diametro commerciale DN 200.

In virtù della quota di scorrimento del collettore individuato come recapito delle acque di comparto (Via Canalazzo angolo SS12), si renderà necessaria la realizzazione di un sollevamento elettromeccanico da ubicarsi in area verde pubblica al confine Nord Est del comparto. Tale sollevamento potrà in futuro ricevere anche ulteriori contributi di acque nere dagli insediamenti urbani presenti in adiacenza al comparto in oggetto. Lo schema della rete seguirà in parallelo quello adottato per la fognatura bianca.

Le reti in progetto sono previste in cessione all'Amministrazione Pubblica / Aimag spa.

La posa di tutte le condotte è prevista con sufficiente ricoprimento, utile ad eseguire con modalità corretta gli allacciamenti provenienti dai lotti.

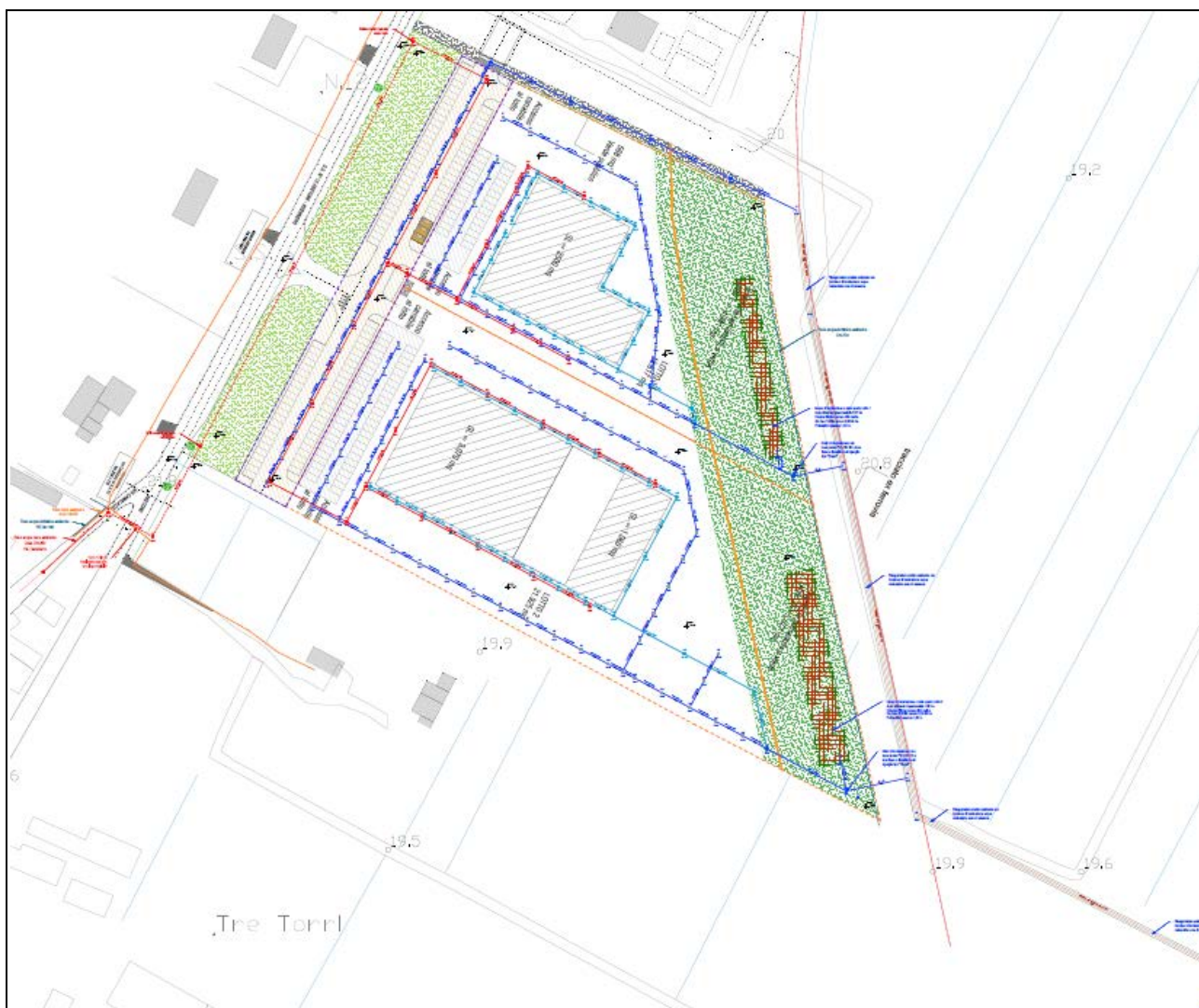


Figura 3 – Lay-out delle reti fognarie a servizio del comparto in esame.

Per consentire una corretta modellazione del sistema idraulico progettato saranno effettuate differenti ipotesi di funzionamento ed esercizio così da consentire un dimensionamento più efficace dei diversi manufatti che concorrono a recapitare le acque meteoriche al ricettore con valori di portata prossimi a quelli dell'invarianza idraulica dell'intero insediamento.

L'Ente di gestione del reticolo delle acque meteoriche impone la regolazione delle portate meteoriche dei lotti privati con bocca tarata in corrispondenza dei nodi 23 e 24 di progetto che consentano solo ed esclusivamente il recapito di una portata complessiva prestabilita (8 l/s ha) al ricettore finale gestito.

La regolazione delle portate avverrà mediante la posa di collettori PVC DN 90 e DN 110 (rispettivamente lotto 1 e 2) a luce fissa senza dispositivi ulteriori di regolazione delle portate uscenti così come prescritto dall'Ente gestore.

1.3. Definizione della rete di drenaggio delle acque meteoriche

1.3.1. *Elementi di idrologia*

Pioggie intense

Il bacino oggetto di impermeabilizzazione, per dimensioni e caratteristiche altimetriche è destinato ad essere messo in crisi da piogge di forte intensità e breve durata.

il tempo di corrivazione di detto bacino si determina attraverso la relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a è il *tempo di accesso alla rete* relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il *tempo di rete*.

Il tempo di accesso t_a è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 – 20 minuti (valori suggeriti da Centro Studi Deflussi Urbani nel Manuale di Progettazione – Sistemi di Fognatura); i valori più bassi essendo validi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggior pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Analogamente Di Fidrio nel testo "Fognature" suggerisce di adottare in zone fittamente edificate un valore del tempo di accesso alla rete pari a 5 minuti mentre in zone rade e piate con pozzetti di introduzione in fognatura molto distanti valori variabili fra i 20 e i 30 minuti. Per zone mediamente edificate il valore più corrente è 15 minuti; nel caso in esame, per il calcolo della portata da scaricare a urbanizzazione realizzata, essendo il lotto caratterizzato dalla forte presenza di aree impermeabilizzate, si è adottato un tempo di accesso alla rete pari a 15 minuti.

Per quanto riguarda invece il *tempo di rete* t_r esso è calcolabile come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria in progetto. Per la velocità di percorrenza si è adottato un valore medio pari a 1 m/s; al fine dell'individuazione della lunghezza massima che l'acqua deve percorrere lungo la rete di progetto si è fatto riferimento alla geometria effettiva della rete (L_{max} pari a circa 300 m).

Nel caso specifico, adottando la formula del metodo cinematico, si ottiene:

$$T_c = \frac{L}{v} = \frac{720}{1} = 12 \text{ minuti circa}$$

Per semplificare lo sviluppo dei calcoli si è scelto di considerare il bacino costituente il lotto ed ai fini del dimensionamento e verifica della rete di drenaggio in progetto un **tempo di corrivazione complessivo di 30 minuti**.

Come accennato in premessa il campione delle precipitazioni significative su cui basare l'indagine statistica per l'individuazione delle curve di possibilità climatica che caratterizzano il sito e il bacino oggetto di indagine è reperibile dalle serie storiche riportate negli annali idrografici stilati dall'osservatorio idrografico nazionale.

Nell'analisi svolta sono state prese in considerazione le maggiori piogge di durata minore di 24 ore ovvero quelle specifiche precipitazioni che, per dimensioni e caratteristiche dell'area destinata ad ospitare le condotte per lo scolo delle acque meteoriche del sedime in oggetto sono destinate a mandare in crisi il sistema di drenaggio progettato.

L'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata condotta sul territorio della Provincia di Modena ha portato all'individuazione dei seguenti valori dei parametri della curva di possibilità climatica validi per il territorio oggetto di interesse:

Tempo Ritorno	a1 (mm/h)	n1	a2 (mm/h)	n2
[anni]	[t<1 h]	[t<1 h]	[t>1 h]	[t>1 h]
2	23.5	0.355	22.2	0.300
5	33.2	0.345	31.1	0.263
10	39.5	0.342	36.9	0.245
20	45.6	0.340	42.5	0.235
50	53.5	0.339	49.8	0.245
100	59.4	0.338	55.3	0.216

Tabella 1 – Parametri della curva di possibilità climatica valida sul territorio della Provincia di Modena (PTCP).

In accordo con i tecnici Aimag coinvolti, per dimensionare e verificare la rete in oggetto si è ritenuto opportuno – parallelamente alle verifiche condotte considerando i parametri di cui sopra - adottare un tempo di ritorno decennale con uno ietogramma sintetico "tipo Chicago" di durata pari a 4 ore, come da dati forniti (Aimag spa):

luglio 2007
TR = 10 anni

	d < 1 h	d > 1 h
a =	47.246	47.246
n =	0.3464	0.2755

durata (ore)	durata (min)	Altezza (mm)	Intensita' (mm/h)
0.08	5	20.0	239.7
0.17	10	25.4	152.4
0.25	15	29.2	116.9
0.33	20	32.3	96.9
0.50	30	37.2	74.3
0.75	45	42.8	57.0
1.00	60	47.2	47.2
2.00	120	57.2	28.6
4.00	240	69.2	17.3

Tabella 2 – Parametri della curva di possibilità climatica adottata da Aimag spa sul territorio gestito.

luglio 2007	
TR = 10 anni	
ora	intensita' (mm/h)
0.00	5
0.05	5
0.10	6
0.15	6
0.20	7
0.25	7
0.30	8
0.35	9
0.40	11
0.45	16
0.50	22
0.55	36
1.00	186
1.05	119
1.10	70
1.15	29

1.20	23
1.25	20
1.30	17
1.35	16
1.40	14
1.45	13
1.50	12
1.55	11
2.00	10
2.05	10
2.10	9
2.15	9
2.20	9
2.25	8
2.30	8
2.35	8
2.40	7
2.45	7
2.50	7
2.55	7
3.00	6
3.05	6
3.10	6
3.15	6
3.20	6
3.25	6
3.30	5
3.35	5
3.40	5
3.45	5
3.50	5
3.55	5

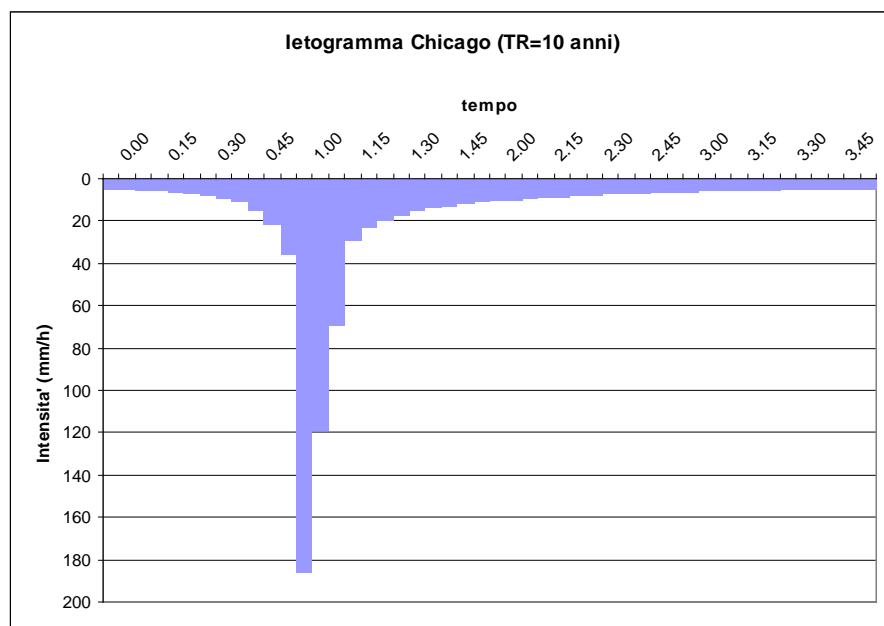


Tabella 3 – Ietogramma “tipo Chicago” adottato da Aimag spa per il dimensionamento/verifica della rete.

Tale Ietogramma sarà impiegato per il dimensionamento/verifica della rete affinché proponga le intensità di picco proprie di un Chicago, essendo maggiormente severo rispetto ad uno Ietogramma rettangolare.

Per il dimensionamento e la verifica del volume di invaso e laminazione, in accordo con i tecnici del Consorzio di Bonifica e come richiesto nelle prescrizioni della Provincia, sarà adottata la c.p.c. del PTCP proposta in Tab. 1, adottando un tempo di ritorno pari a 100 anni, con Ietogrammi di forma rettangolare e durata crescente fino a massimizzare i volumi in gioco.

sarà infine eseguito un confronto con la c.p.c. ricavata dal DISTART dell'Università di Bologna, valida sul territorio gestito dal Consorzio di Burana, trovando risultati del tutto simili.



48 – UNA SENTINELLA PER IL TERRITORIO • RELAZIONE TECNICA

cui per precipitazioni di più giorni consecutivi e per tempi di ritorno elevati si arriva fino a valori dell'errore del 20-30 %, gli scarti medi percentuali (che aumentano sempre con il tempo di ritorno dell'evento) non raggiungono mai il 10%. In particolare, questi ultimi variano dal 3,0 % al 6,0 % per precipitazioni di durata inferiore al giorno e del 4,0 % al 9,7 % per precipitazioni di più giorni consecutivi.

Si può quindi concludere che l'adozione dei valori medi areali dei coefficienti a e n , riportati nelle Tabelle 5 e 6, comporta errori generalmente piuttosto contenuti e pertanto consente di ottenere stime dell'altezza di pioggia puntuale di assegnata durata e tempo di ritorno ragionevolmente accurate per i comuni scopi tecnico-applicativi.

Tabella 5 Valore medio e campo di variabilità delle stime del coefficiente a delle curve di possibilità climatica puntuale per assegnato tempo di ritorno nell'area del Consorzio.

TEMPO DI RITORNO (anni)	$a(mm/ora)$		$a(mm/g)$	
	ORARIE		GIORNALIERE	
	Min-Max	Valore medio	Min-Max	Valore medio
2	19,2-23,1	20,7	43,8-51,5	47,9
5	28,5-34,2	30,8	56,0-68,8	62,9
10	34,2-41,0	36,9	63,5-80,8	72,7
20	39,3-47,5	42,7	70,7-92,4	82,2
50	45,9-55,9	50,2	79,9-107,3	94,5
100	50,9-62,2	55,9	86,8-118,5	103,7
200	55,8-68,4	61,5	93,7-129,6	112,8

Tabella 6. Valore medio e campo di variabilità delle stime del coefficiente n delle curve di possibilità climatica puntuale per assegnato tempo di ritorno nell'area del Consorzio.

TEMPO DI RITORNO (anni)	$n(-)$		$n(-)$	
	ORARIE		GIORNALIERE	
	Min-Max	Valore medio	Min-Max	Valore medio
2	0,228-0,300	0,278	0,224-0,301	0,271
5	0,212-0,273	0,257	0,199-0,293	0,272
10	0,205-0,269	0,249	0,189-0,305	0,273
20	0,196-0,268	0,243	0,180-0,317	0,273
50	0,187-0,266	0,237	0,172-0,329	0,274
100	0,181-0,265	0,233	0,165-0,336	0,274
200	0,176-0,264	0,231	0,159-0,341	0,274

Tabella 4 – Parametri della curva di possibilità climatica valida sul territorio gestito dal Consorzio di Burana.

Tempo Ritorno	a1 (mm/h)	n1	a2 (mm/h)	n2
[anni]	[t<1 h]	[t<1 h]	[t>1 h]	[t>1 h]
Curva PTCP				
100			55.3	0.216
Curva BURANA				
100			55.9	0.233

Supponendo quindi un tempo di pioggia di 180 minuti, per il dimensionamento del bacino di laminazione, applicando la relazione che lega altezza di pioggia a durata della medesima si ottiene nel caso più gravoso (Burana):

d (h)	3,00
T (anni)	h (mm)
100	72.20

Caratteristiche del bacino

Di seguito vengono riportati i parametri idrologici significativi relativi al bacino oggetto di verifica, allo stato di progetto, tenendo conto delle previsioni urbanistiche di massima edificabilità.

	Bacino PUA
Sezione	recapito in rete acque meteoriche
Sup. drenata (mq)	30'000
di cui:	
Imp (%)	85%
Per (%)	15%
si considera:	
ϕ_{imp}	0.9
ϕ_{per}	0.2
ϕ_{med} PUA	0.79

Tabella 5 – Parametri idrologici significativi relativi al bacino oggetto di verifica.

Per quanto attiene la formazione dell'onda di piena, il bacino interviene attraverso il grado di permeabilità e capacità invaso delle depressioni superficiali, nonché attraverso i tempi di corrivazione.

In riferimento al primo di tali due aspetti, non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrica superficiale: vi sono infatti fenomeni idrologici legati all'infiltrazione, all'evaporazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali che incidono sul volume d'acqua piovuta. Tali fenomeni possono essere convenientemente espressi attraverso l'impiego di un coefficiente " ϕ " detto coefficiente di deflusso, il cui valore può essere compreso tra 0 e 1 ed esprime la quota parte di volume affluito durante una precipitazione che giunge effettivamente alla rete idrica superficiale senza disperdersi.

Detto coefficiente è stato stimato partendo dalle stime del rapporto tra il totale della superficie drenata (3,0 ha) e quanto di questo verrà impermeabilizzato (85% circa), giungendo così ad un valore medio $\phi = 0,79$

supponendo così che il 79% del piovuto sarà smaltito dal reticolo di drenaggio urbano, mentre il restante 21% continuerà a percolare in falda freatica.

1.3.2. Dimensionamento e verifica idraulica della rete di drenaggio delle acque meteoriche

L'approccio metodologico seguito ha portato a dimensionare la rete di drenaggio in via preliminare e a verificarne successivamente l'ufficienza, in moto vario, mediante la simulazione numerica.

In seguito ai risultati della simulazione si è andati a rettificare i parametri idraulici caratteristici delle condotte supposte in esercizio verificandone la perfetta ufficienza (grado di riempimento massimo < 80%) a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza decennale e che nessuna parte di rete funzionasse in pressione per lunghe fasi scongiurando esondazioni sul piano stradale in progetto a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza ventennale.

Progettazione preliminare

Al fine di procedere ad un dimensionamento delle condotte di drenaggio delle acque meteoriche sarà ipotizzato di voler assicurare condizioni di esercizio in moto uniforme e funzionamento non rigurgitato delle condotte stesse.

La scelta dei diametri delle tubazioni in funzione della scabrezza del materiale impiegato, della pendenza imposta, delle portate massime da smaltire determinate in precedenza e quindi del grado di riempimento, sarà effettuata sfruttando la formula inversa dell'equazione di Chezy:

$$Q = XA\sqrt{Ri}$$

con:

- A = area della sezione occupata dall'acqua;
- R = A/B Raggio idraulico;
- B = Contorno bagnato;
- i = pendenza di fondo;
- X = $K_s (R^{1/6})$ coefficiente di scabrezza;
- K_s = coefficiente di Gauckler-Strickler.

L'individuazione delle portate bianche defluenti da ciascun sottobacino sarà stimata, in questa prima fase, con il metodo cinematico, partendo dai dati pluviometrici e supponendo ciascun sottobacino come un "serbatoio" a se stante con una propria superficie, un proprio coefficiente di afflusso e un tempo di corrivazione caratteristico.

Stabiliti i fattori di cui sopra, si applicherà il metodo cinematico, e si determinerà la quota parte di portata chiara critica che ciascun i-esimo sottobacino dell'area analizzata convoglierà in rete:

$$Q_i = \varphi_i i_i A_i$$

dove:

- φ_i = coefficiente di afflusso;
- i_i = $dh/dt = a n T^{(-1)}$ intensità di pioggia critica per l'i-esimo sottobacino [mm/h];
- a,n = parametri della curva di possibilità climatica
- A_i = superficie scolante dell'i-esimo sottobacino [mq].

Progettazione definitiva: verifica della rete tramite modello

Il sistema di drenaggio a servizio dell'urbanizzazione in analisi dimensionato preliminarmente sarà verificato mediante l'utilizzo del modulo *DEFLUX* del pacchetto applicativo *M.A.R.TE.*

Il motore di calcolo utilizzato da *M.A.R.TE. DEFLUX*, ovvero lo *Storm Water Management Model (SWMM)* sviluppato dall'EPA statunitense, rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

E' possibile lanciare simulazioni di diverso tipo: a "evento singolo" o "in continuo", andando cioè a simulare per poche ore o per molti giorni eventi critici di pioggia che vanno a sollecitare il bacino imbrifero in cui è presente una rete di drenaggio.

Il modello può essere quindi utilizzato tanto per la progettazione quanto per la verifica e gestione delle reti di fognatura (bianche, nere e miste).

I risultati numerici nodo per nodo e ramo per ramo vengono riportati nelle tabelle relative alle simulazioni effettuate con le precipitazioni di progetto ritenute significative nel dimensionamento di collettori e volume di laminazione.

In fase esecutiva di progettazione sarà allegato alla relazione un report con tutti i dati di cui sopra; l'allegato alla relazione presenterà anche il riassunto dei valori idrologici per ogni singolo sottobacino costituente l'area modellizzata, nonché le verifiche di continuità sui volumi in gioco.

Si verificherà come il sistema di drenaggio in progetto, sottoposto alle precipitazioni sintetiche di cui sopra – con TR decennale/secolare -, mantenga una piena officiosità; i tratti apicali della rete non presentino fenomeni di esondazione superficiale, così come i tratti finali.

In entrambi i casi l'usura delle condotte non costituirà fonte di preoccupazione in quanto le velocità di deflusso dovranno mantenersi al disotto dei 2 m/s.

Relativamente ai nodi della rete delle acque meteoriche, le simulazioni in moto vario che saranno effettuate evidenzieranno assenza di esondazioni superficiali in concomitanza del transito dell'onda di piena.

1.3.3. Modalità di posa in opera e particolari costruttivi

I tubi in PVC saranno conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34, diametro esterno compreso tra 315 e 500 mm. Le condotte in PVC verranno posate come da tavola dei particolari costruttivi allegata: è previsto letto di 20 cm di spessore, rinfiando e ricoprimento con pietrischetto di frantoio 3/9, ben costipato fino a 20 cm al di sopra dell'estradosso superiore della tubazione; la restante parte del ricoprimento è prevista in terreno di riporto dello scavo se in area verde o con inerte naturale misto granulometricamente stabilizzato o misto cementato su sede stradale; nel caso lo spessore complessivo dello strato di ricoprimento sottostante i percorsi carrabili sia inferiore ad 85 cm, dovrà essere interposta sotto la pavimentazione stradale soletta di cls armata di ripartizione dei carichi; in alternativa le tubazioni potranno essere rinfiolate con CLS RCK 250 da fondazione o direttamente sostituite da condotte in CLS.

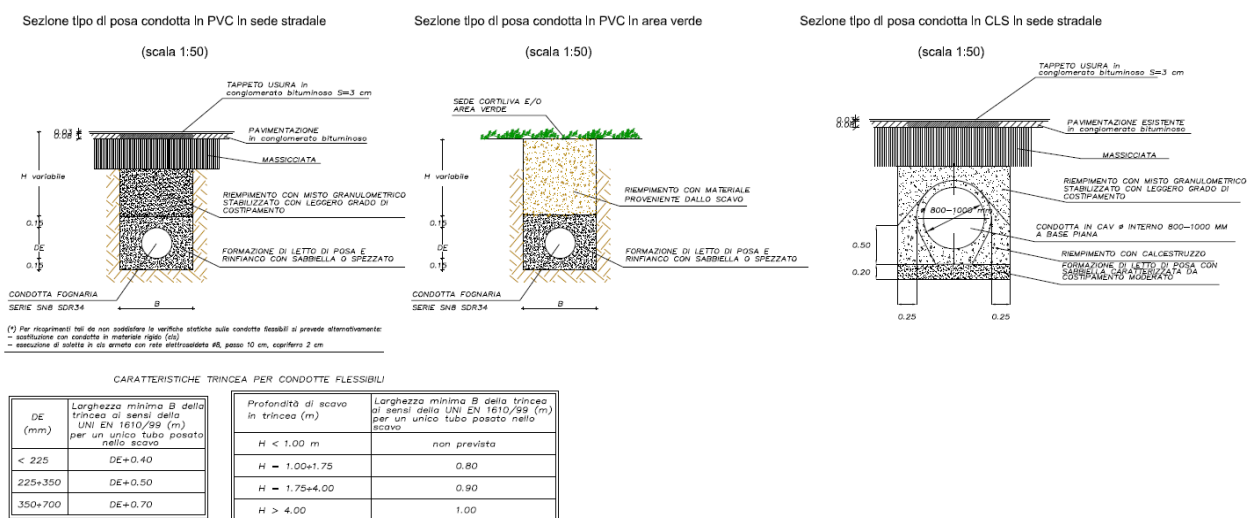


Figura 4 – Sezioni tipiche di posa delle tubazioni adottate in progetto.

I pozzetti di raccordo e ispezione sono stati predisposti con distanze coerenti alle attività di lavaggio e ispezione, nonché in funzione delle dimensioni trasversali delle aree impermeabilizzate da drenare.

Tali pozzetti devono essere posati a regola d'arte, previo consolidamento del terreno di supporto e previa gettata di congruo spessore di cemento magro di sottofondazione; le operazioni di consolidamento si rendono necessarie per evitare eventuali sfondamenti dovuti al traffico veicolare.

Detti pozzetti si intendono tutti di forma quadrata, del tipo prefabbricato in calcestruzzo vibrato, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, ispezionabile, e quindi delle dimensioni interne:

- 60x60 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro minore a 315 mm (pozzetti di utenza / allacciamenti);
- 80x80 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro maggiore uguale a 315 mm minore a 500 mm;
- 100x100 cm in corrispondenza dei collettori DN 500 mm;

Tutti i pozzetti sopra citati sono previsti con fondo idraulicamente sagomato in opera con calotta tubo e getto in cls.

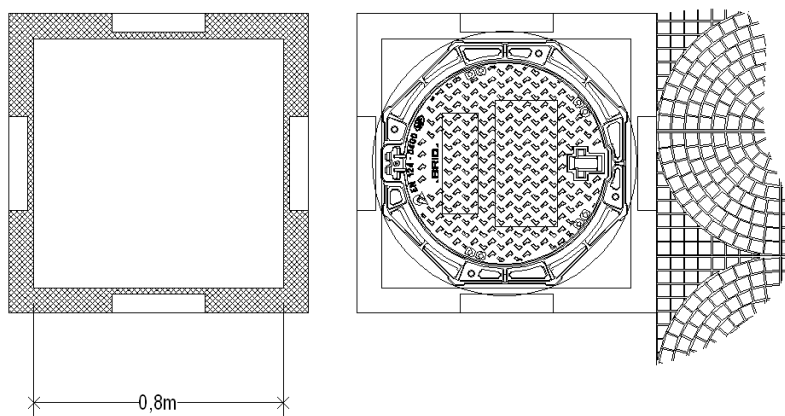
La predisposizione di eventuali organi idraulici di tipo meccanico (limitatori di portata, valvole di tipo clapet ecc.) potrebbe rendere necessaria la predisposizione di uno o più pozzetti di dimensioni diverse rispetto a quelle sopra citate.

I chiusini dei pozzetti di allaccio e di ispezione è previsto siano di regola in ghisa sferoidale di classe D400 (UNI EN124) ad esclusione di zone o punti dove tali classi sono inadeguate od eccessive in rapporto all'entità e alle caratteristiche dei carichi a cui sono, o possono essere, sottoposti.

Inoltre si prevede di prevedere l'adozione di chiusini tipo Telecom/elettricità con apertura a spicchi triangolari in corrispondenza delle camerette in cui sono alloggiare delle valvole al fine di agevolare la loro manutenzione ed eventuale estrazione e/o sostituzione. In tal caso il telaio sarà realizzato per saldatura di elementi in ghisa sferoidale e quattro semicoperchi triangolari, incernierati al telaio ad appoggio tripode con sistema di chiusura per accavallamento successivo e serratura di sicurezza.

Chiusino in ghisa sferoidale UNI EN 124

Classe C 250 o superiore



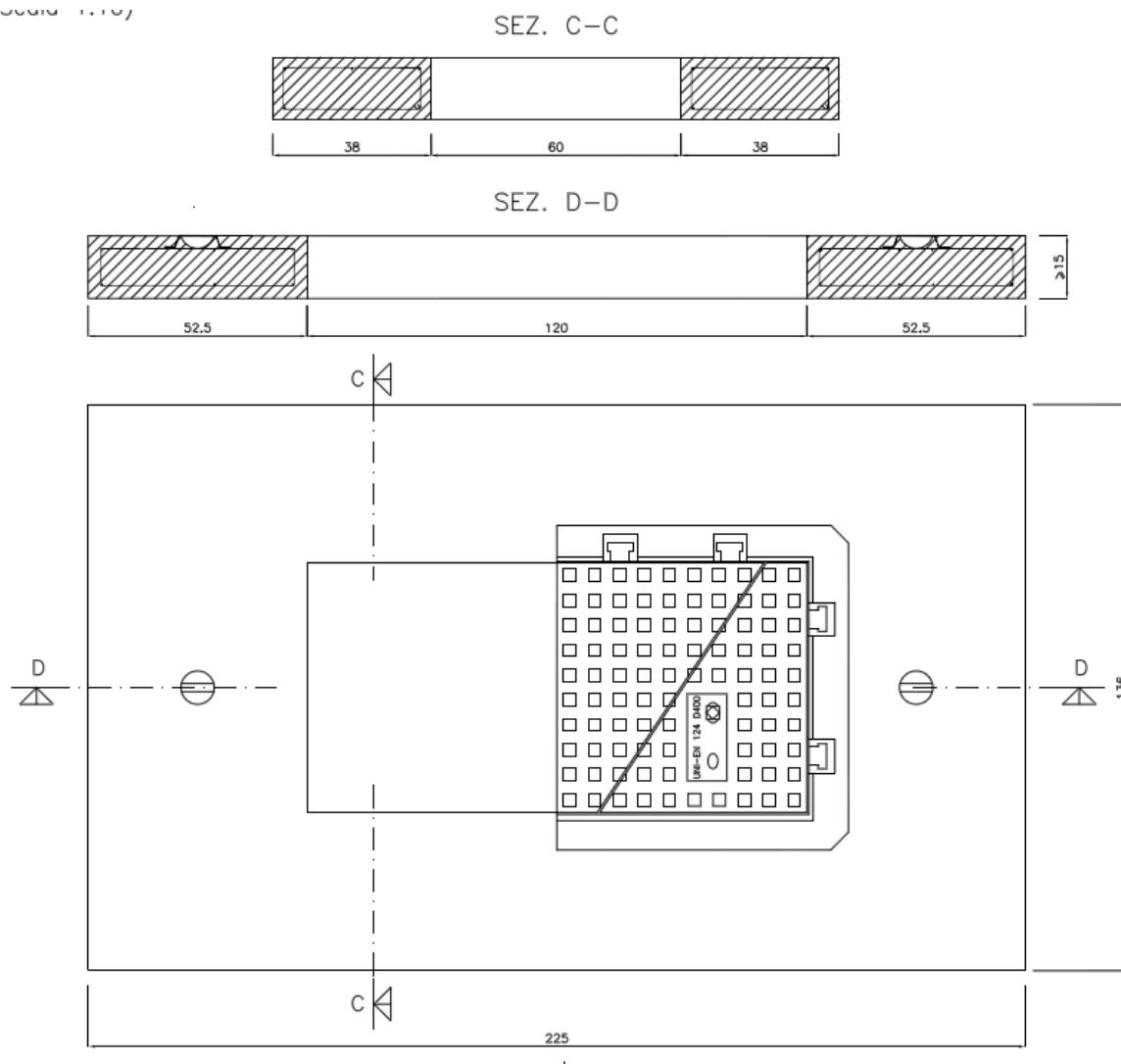


Figura 5 – Tipologie di chiusini di possibile adozione: tipo “standard” e tipo “Telecom-reti elettriche”.

La raccolta delle acque meteoriche sarà effettuata con griglie asolate rialzabili in ghisa sferoidale, classe di appartenenza non inferiore a C250, secondo la Norma EN 124, forza di controllo > 250 kN e telaio di dimensioni interne almeno 400 x 400 mm. In conformità con quanto consigliato dai principali costruttori, dovrà essere prevista la posa di una caditoia ogni 150 mq max di superficie stradale.

Particolari griglie piane in ghisa sferoidale
(waterway $W > 700 \text{ cmq}$)

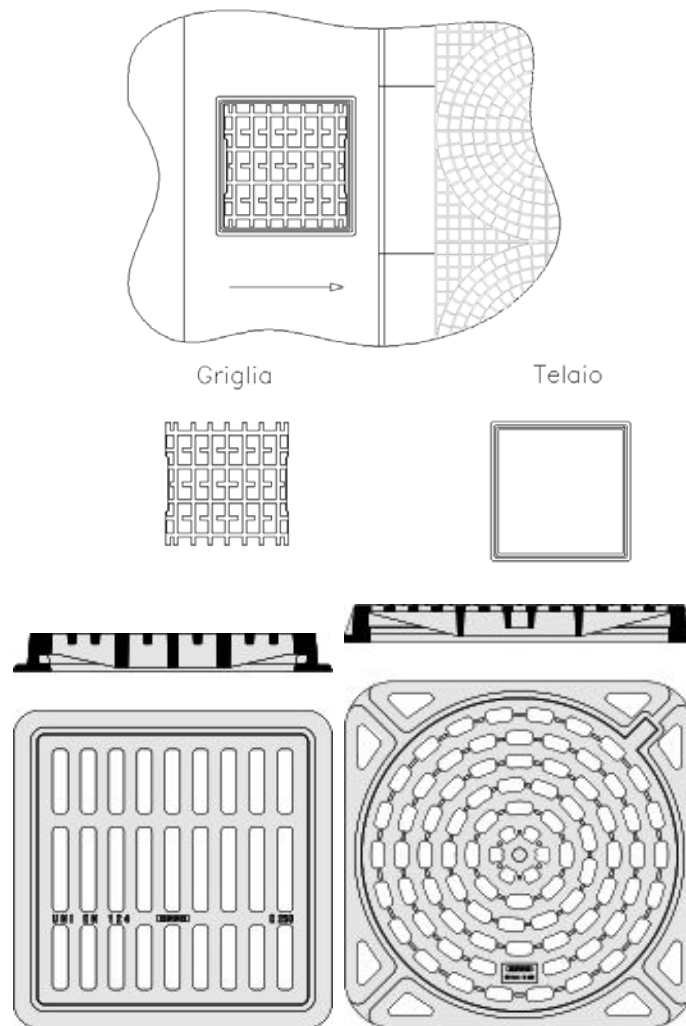


Figura 6 – Tipologie di griglie di possibile adozione UNI EN 124 (waterway $> 700 \text{ cmq}$).

POZZETTO
AUTOSIFONATO IN POLIETILENE

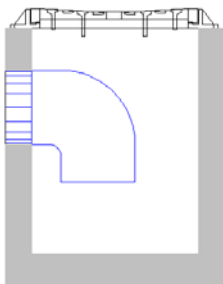


Figura 7 – Tipologia di pozzetto autosifonato in polietilene di possibile adozione.

Il pozzetto della caditoia si intende del tipo con sifone incorporato, privo di vaschetta di raccolta, in particolare il sifone sarà costituito da dispositivo amovibile interno al pozzetto di raccolta; l'immissione dell'acqua raccolta dalla caditoia nella dorsale portante verrà realizzata con fognoli di diametro non inferiore a 160 mm, posti in esercizio con pendenza almeno pari all'1% (uno per cento), che si innesteranno direttamente ai pozzetti, mantenendo in tal modo l'integrità della dorsale stessa e le relative caratteristiche di tenuta idraulica.

Qualora il fognolo proveniente dalla caditoia non recapiti in un pozzetto ispezionabile si procederà secondo una delle seguenti possibilità:

- predisposizione di opportuna braga di derivazione sulla condotta portante (vedi figura seguente);

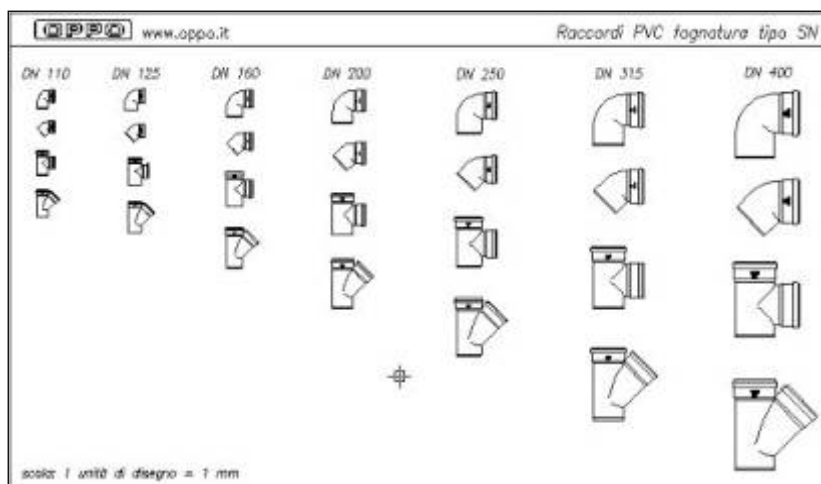


Figura 8 – Raccordi per fognature in PVC.

- carotaggio della condotta portante e predisposizione di opportuna guarnizione con innesti (vedi figure seguenti);

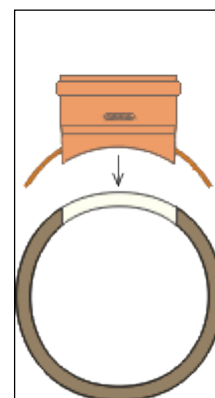
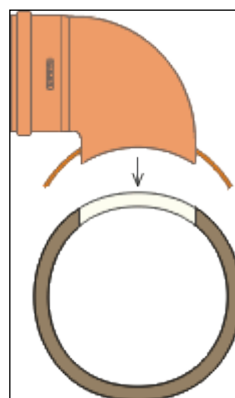
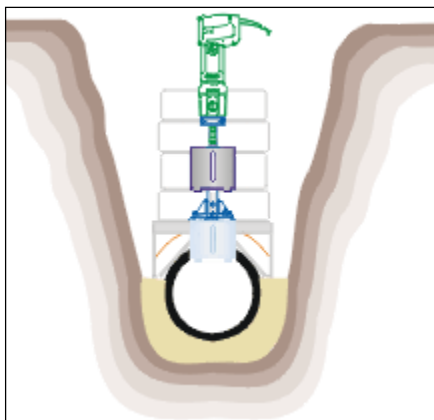


Figura 9 – Carotatrice verticale per tubazioni / Innesto curvo e dritto

- predisposizione di pozzetto cieco (non ispezionabile superficialmente) di congrue dimensioni in funzione del diametro della condotta portante.

A ciascuna caditoia dovranno competere circa 5-6 l/s di portata massima da convogliare alle dorsali di drenaggio, perfettamente compatibile con il funzionamento a bocca piena del fognolo previsto in esercizio.

1.3.4. Volume di invaso e laminazione delle portate di origine meteorica

Come descritto nei paragrafi precedenti, i volumi di laminazione delle portate meteoriche a servizio dei lotti privati 1 e 2 saranno ricavati sul fronte Est degli stessi, a cielo aperto in area verde mediante opportuno approfondimento del terreno funzionale alla creazione di un volume rispettivamente pari a 390 mc (forma rettangolare 6,00x70,00 al fondo) per il lotto 1 e 750 mc (forma rettangolare 10,00x75,00 al fondo) per il lotto 2, corrispondenti ad un rapporto di circa 450 mc/ha imp.

Le acque meteoriche generate dalle aree impermeabili dei singoli lotti privati recapiteranno al detto fossetto scolo sul fronte Est del comparto in regime di invarianza idraulica secondo un coefficiente udometrico pari a 8,00 l/s ha imp.

La regolazione delle portate dei singoli lotti sarà consentita mediante la posa di collettori PVC DN 90 e 110 (rispettivamente lotto 1 e lotto 2) a luce fissa che consentirà il transito di portate massime rispettivamente pari a 7,0 e 13,5 l/s a fronte di eventi pluviometrici decennali e secolari.

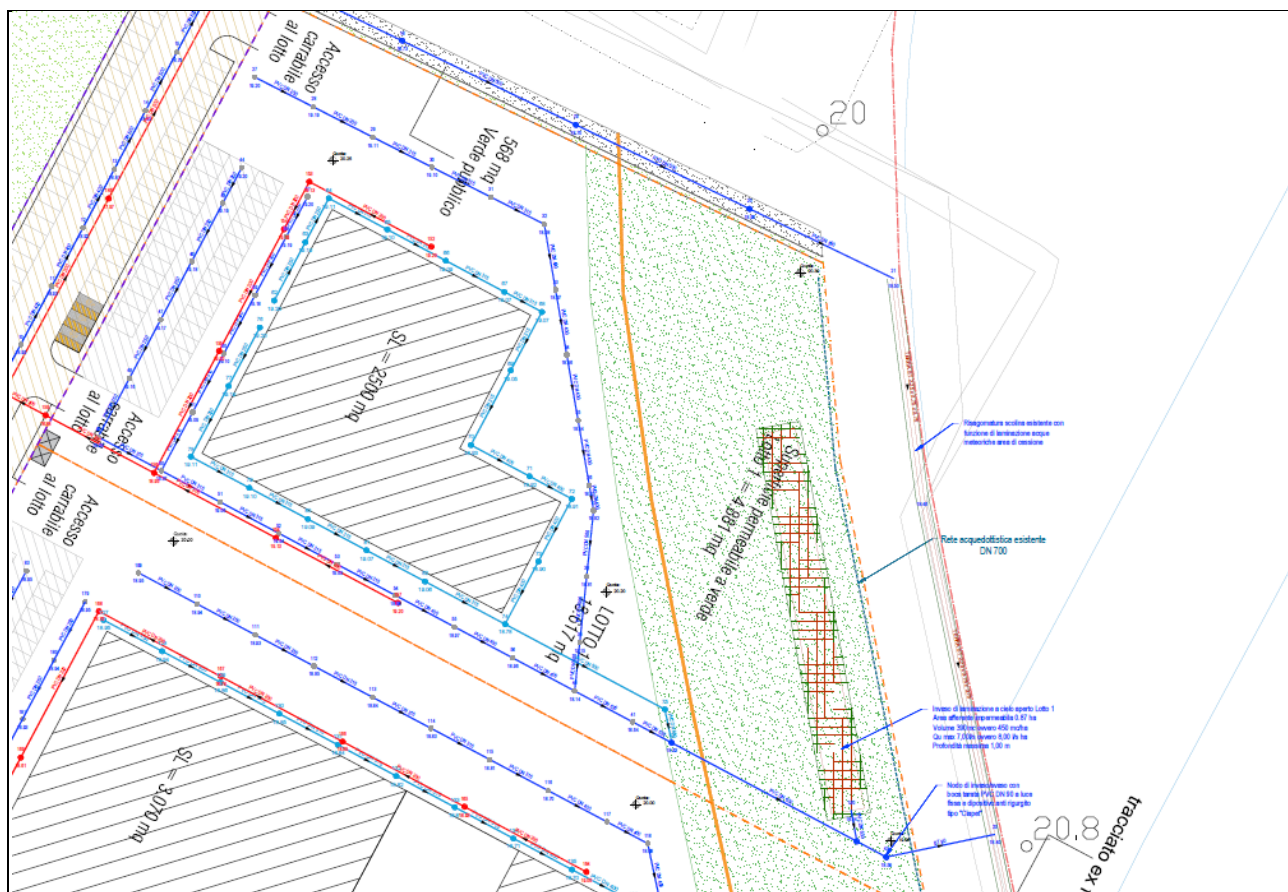


Figura 10: Inquadramento planimetrico volume di laminazione Lotto 1

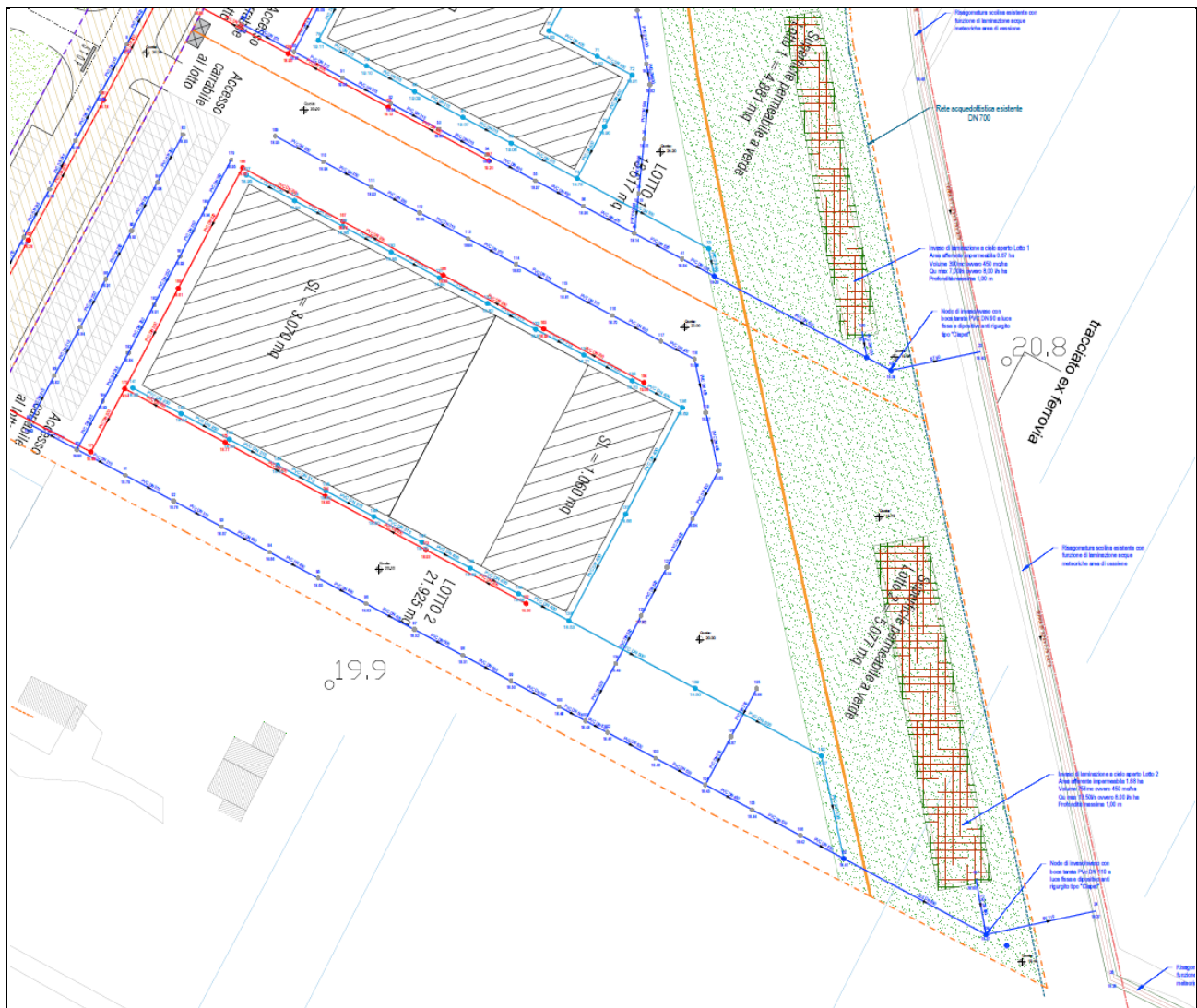


Figura 11: Inquadramento planimetrico volume di laminazione Lotto 2

La pendenza longitudinale imposta al fondo del fosso per garantire il meccanismo di svuotamento a gravità non si prevede inferiore all'1 per mille.

Nota: è stato verificato che tutto il volume utile calcolato si trovi al di sopra della quota di massimo invaso caratteristica del recettore.

Si osserva che nel calcolo dei volumi di accumulo consentiti dal sistema di drenaggio in progetto non si farà rientrare, a favore di sicurezza, il volume costituito dai pozzetti di ispezione che verranno predisposti.

Dovrà essere garantita la possibilità di accesso al fosso da parte di personale tecnico e macchine operatrici per le attività di sfalcio e manutenzione dell'opera.

1.4. Definizione della rete di raccolta e allontanamento delle acque reflue

1.4.1. *Quadro generale degli elementi di progettazione delle reti di allontanamento delle acque reflue*

La rete di raccolta delle acque reflue a servizio dei nuovi comparti sarà costituita da condotte in PVC con diametro commerciale DN 200, conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34

Si prevede un funzionamento della rete per gravità; verrà imposta pendenza minima del 3 per mille.

Il recapito fognario indicato da Aimag cui verrà allacciata la rete consiste nella fognatura acque nere esistente di Via Canalazzo, angolo SS12 Abetone Brennero ove si rileva la presenza di un collettore GRES DN 250 scorrimento a -1,54 dal piano stradale (quota assoluta +19.70 m s.l.m.).

In virtù della quota di scorrimento del collettore individuato come recapito delle acque di comparto (Via Canalazzo angolo SS12), si renderà necessario la realizzazione di un sollevamento elettromeccanico da ubicarsi in area verde pubblica al confine Nord Est del comparto. Tale sollevamento potrà in futuro ricevere anche ulteriori contributi di acque nere dagli insediamenti urbani presenti in adiacenza al comparto in oggetto.

Fissati quindi il tipo di tubazione impiegata e relative dimensioni (PVC DN 200 diametro minimo da adottarsi per reti pubbliche), quote di scorrimento e pendenza (imposte dalle condizioni al contorno), scabrezza del materiale, è stata calcolata preliminarmente con la formula di Chezy la massima portata smaltibile e la velocità relativa alla portata di progetto in condizioni di moto uniforme per ogni ramo costituente la rete.

La velocità minima della corrente nelle tubazioni deve essere tale da evitare la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili.

La normativa tecnica indica che per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non deve generalmente essere inferiore a 50 cm/s, nei casi in cui tale valore non sia possibile rispettarlo, occorre comunque non avere valori inferiori ai 25-30 cm/s. Nel caso di fognature miste le velocità necessarie per rimuovere e trasportare i materiali sedimentati risultano superiori e sono dell'ordine di 60-70 cm/s.

Lo schema della rete seguirà in parallelo quello adottato per la fognatura bianca.

Le reti in progetto sono previste in cessione all'Amministrazione Pubblica / Aimag spa.

La posa di tutte le condotte è prevista con sufficiente ricoprimento, utile ad eseguire con modalità corretta gli allacciamenti provenienti dai lotti.

1.4.2. *Modalità di posa in opera e particolari costruttivi*

I collettori di acque nere vengono previsti in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34, con giunzione a banchiera e guarnizione elastomerica, di dimensione minima DN 200 mm e pendenza media di esercizio mai inferiore allo 0.3%, comunque in modo tale che il deflusso delle portate minime possa avvenire con una velocità tale da scongiurare gli effetti della legge di Stokes.

Per quel che riguarda le modalità di posa in opera si rimanda a quanto precisato all'interno del paragrafo dedicato della relazione sulle reti di drenaggio delle acque meteoriche.

I pozzetti di ispezione e raccordo sulla rete nera a valle dei trattamenti (DN 200 mm) sono stati previsti a base circolare, di diametro interno utile 800 mm, in calcestruzzo vibrocompresso di cemento ad alta resistenza, con

spessore delle pareti 150 mm, costituiti da: un elemento di base con canale di scorrimento liquami di altezza pari al 50% della condotta, pavimento circostante con pendenza verso il canale, superficie interna della base del pozzetto rivestita con guscio in PP, un elemento di rialzo terminale a forma troncoconica ed eventuali elementi raggiungiquota di diametro interno utile di 625 mm.

Le giunzioni dei componenti e degli innesti saranno a tenuta ermetica con guarnizioni in elastomero resistenti ai liquami aggressivi conformi alle norme UNI 4920.